ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ И ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТИВНОЙ ТОЛЩИ ЦЕОЛИТОВЫХ ТУФОВ ЯГОДНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КАМЧАТКА)

Бойкова И.А.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, bira06@yandex.ru

По утверждению многих зарубежных и наших ученых природные цеолиты выходят на первое место среди нерудных полезных ископаемых благодаря широкому профилю использования их с высокой эффективностью в различных областях производства.[1] Основные направления использования цеолитов на Камчатке и основные его потребители это – сельское хозяйство, звероводство, рыболовство, некоторые области промышленности и область охраны окружающей среды.

Ягоднинское месторождение расположено в Елизовском районе Камчатского края, в 60 км к западу от г. Петропавловска-Камчатского и в 4–5 км к северу от Больше-Банных термальных источников. Район является одним из наиболее изученных на Камчатке: здесь проведены государственные геологические съемки различного масштаба (от 1: 200 000 до 1:50 000), в результате которых было выявлено и разведано месторождение [6]. Оно связано с вулканическим массивом (абсолютная отметка 1081 м) верхнемиоцен-плиоценового возраста, который представляет собой сложную постройку, образованную серией лавовых потоков, пирокластических отложений и экструзивных тел преимущественно кислого состава [4]. В основании постройки залегают дациты, выше по разрезу – разнообломочные цеолитизированные туфы кислого состава, которые перекрыты потоками риолитов с перлитами. Кратерная часть вулкана 1081 м заполнена туфами и туффитами андезидацитового состава, которые прорываются базальтовыми телами изометрической формы (рис. 1).

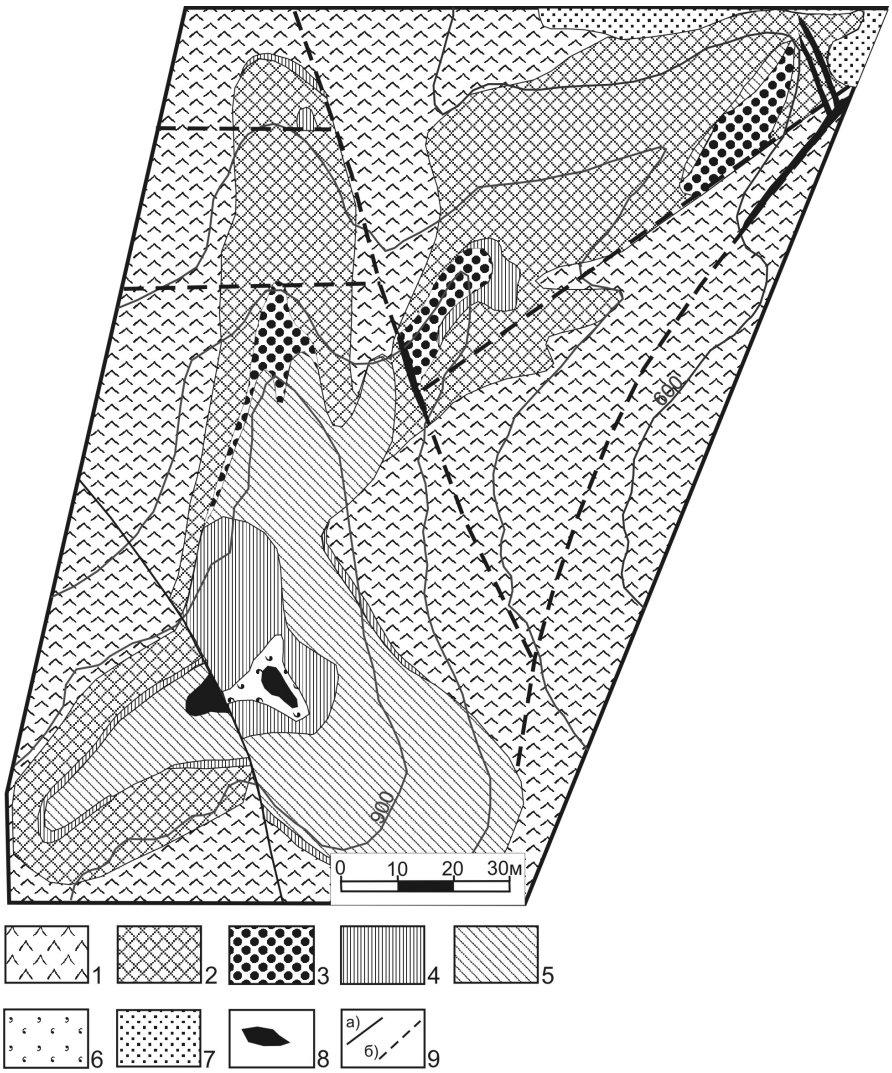

Рис. 1. **Схематическая геологическая карта района Ягоднинского месторождения цеолитового туфа (по Маханько А.В и др., 1998 г).**

1 − дациты; 2 – цеолитизированные туфы; 3 – перлиты сферолитовый; 4 – перлиты массивный; 5 − риолиты; 6 − туффиты; 7 – делювиальные отложения; 8 − базальт даек; 9 − тектонические нарушения: а) установленные, б) предполагаемые.

Полезная толщина представлена пластом пологозалегающих интенсивно цеолитизированных витрокластических туфов кислого состава мощностью до 100м.

Туфы представляю собой плотные массивные породы преимущественно светлой окраски (с розоватыми, зеленоватыми, желтоватыми оттенками). Все туфы в той или иной мере цеолитизированны вплоть до образования цеолитовых пород. Содержание цеолитов в туфах зависит от количества измененного кислого стекла как среди обломков, так и в цементе. На степень замещения стекла вторичными минералами оказывает влияние трещиноватость туфов в зоне тектонических нарушений и их пористость [2].

По составу обломков выделяются разнообломочные витрокластические, литовитрокластические, пемзокластические и пепловые туфы кислого состава (рис. 2).

Витрокластический разнообломочный пепловый туф кислого состава залегает в верхних частях туфовых толщ. Макроскопически это плотная, светло-зеленая или розовато-зеленая порода. Наиболее плотные ее разности состоят из рогульчатых и серповидных обломков измененного стекла, размером 0.1–03 мм. Под микроскопом отчетливо видна пепловая структура. Менее плотные туфы содержат обломки стекла неправильной остроугольной формы размером до 2.0 мм. Обломки сцементированы продуктами частичного разложения стекла. Присутствуют измененные вкрапленники плагиоклаза до 5% и единичные зерна рудного минерала. Туфы значительно изменены: содержание цеолитов в них колеблется от 60 до 85%. В основном – это клиноптилолиты (до 65%) и гейландит (до 40%). Однако, в туфах розовой окраски содержание морденита может достигать 30%. Вместе с цеолитами по стеклу развиваются слоистые силикаты – гидрослюда и монтмориллонит. Их содержание в породе может достигать на отдельных участках 25% каждого минерала. С зонами многочисленных разломов и зон трещиноватости связано появления значительного количества минералов SiO_2 – опал и кварца – 26%; в то же время цеолиты, представленные клиноптилолитом, составляют всего 25%.

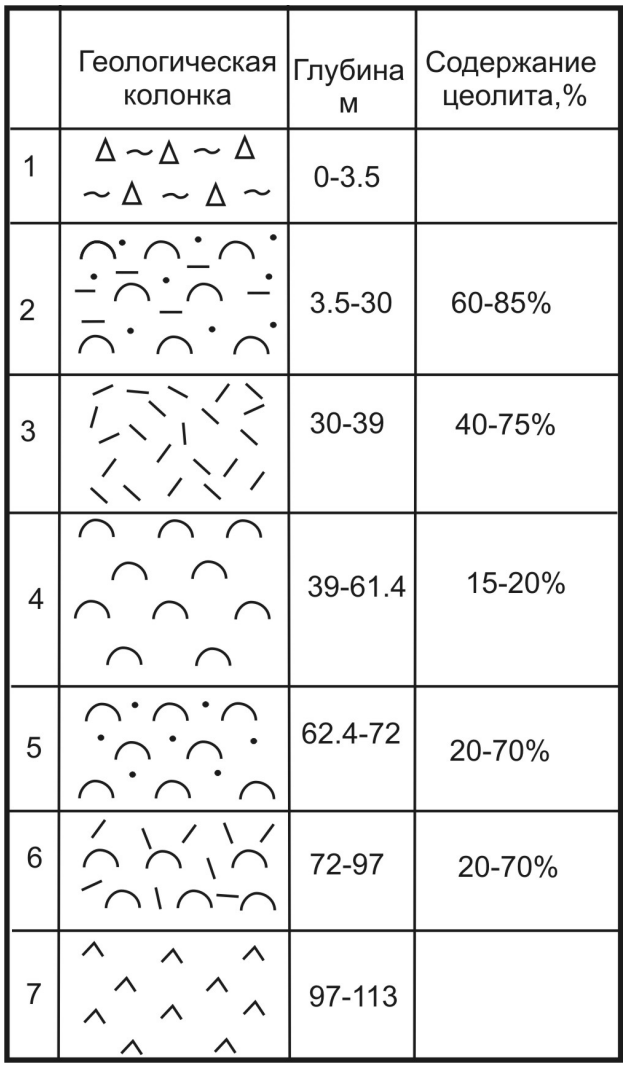

Рис. 2. **Разрез продуктивной толщи Ягоднинского месторождения.**

1 – супесь, щебень туфа, 2 – витрокластический разнообломочный пепловый туф; 3 – витрокластический крупнообломочный туф; 4 – кристалловитрокластический туф; 5 – витрокристаллический туф; 6 – литовитрокристаллокластический туф; 7 – дацит

Витрокластический крупнообломочный туф кислого состава состоит из обломков стекла размером от 3мм до 5см. Количество обломков неизмененного стекла в туфах разной степени цеолитизации колеблется от 20 до 40%. В обломках хорошо заметны реликты пемзовидной структуры первичного стекла, а в массивном стекле – перлитовой отдельности, которая подчеркивает развитие цеолитов и монтмориллонита по порам и трещинам соответственно. Содержание цеолитов колеблется от 40–45% до 60–75% в зависимости от содержания обломков стекла и состава цемента. Последний представлен туфовым материалом, в основном состоящим из мелких 0.1–0.2 мм обломков измененного стекла. Так же присутствуют обломки кристаллов плагиоклаза, разложенных темноцветных минералов, рудного. По цементу образуются монтмориллонит и гидрослюда, в других случаях криптозернистый кварц и рудный. За счет тонкорассеянных гидроокислов железа туф приобретает розовый оттенок.

Кристалловитрокластический туф кислого состава состоит из крупных обломков (4–8 мм) массивного стекла и обломков полевого шпата, измененного биотита, сферолитов размером 3–6 мм. Количество обломков кристаллов до 20%. В пемзовидных обломках стекла вдоль пор развиваются цеолиты. Все обломки погружены в цемент, представляющий собой массу целиком цеолитизированного и монтмориллонитизированного стекла. Содержание цеолитов в породе не превышает 15–20%. Данный туф встречается в виде прослоев на глубине 30–40 м.

Витрокристаллический и литовитрокристаллокластический туфы залегают непосредственно на дацитах. Они состоят из обломков риолитов, дацитов, андезитов, базальтов и их шлаков, сферолитов и стекла, а также кристаллов плагиоклаза, биотита и пироксенов в различных соотношениях. Содержание обломков колеблется от 15–20 до 40–50%. Размеры обломков колеблется в широких пределах: от 3–7 мм до 1–1.5 см и крупнее. Часто встречаются разнообломочные туфы. Обломки темноцветных пород и минералов значительно изменены, по ним развиваются хлорит и гидроокислы железа. Цементом служит кремнистый тонкообломочный материал и цеолитизированное стекло. Содержание цеолитов в туфе зависит от количества и размеров обломков стекла и может варьировать от 65–70% до 20–25%. Цеолиты развиваются как по трещинам, так и по стеклу. Среди них наиболее широко распространенным минералом является клиноптиллолит. Среди продуктов гидротермального изменения присутствуют также глинистый минерал – 10–25%, в меньшем количестве гидрослюда 1–10% и рудный минерал – 10–15%. По трещинам, а также и по стеклу развивается опал и кристобалит (до 30%)

Основную массу цеолитовых руд составляет клиноптилолит, сопутствующими отмечаются по степени убывания: морденит, гейландит, кварц, полевые шпаты, кристобалит, глинистые минералы, слюды, аморфная фаза. Наличие вторичного минерала – морденита свидетельствует о вулканогенно-гидротермальном генезисе месторождения [3].

По химическому составу цеолитсодержащие породы месторождения в целом однообразны и относятся к кислым разностям – дацит-риолитового состава (рис. 3).

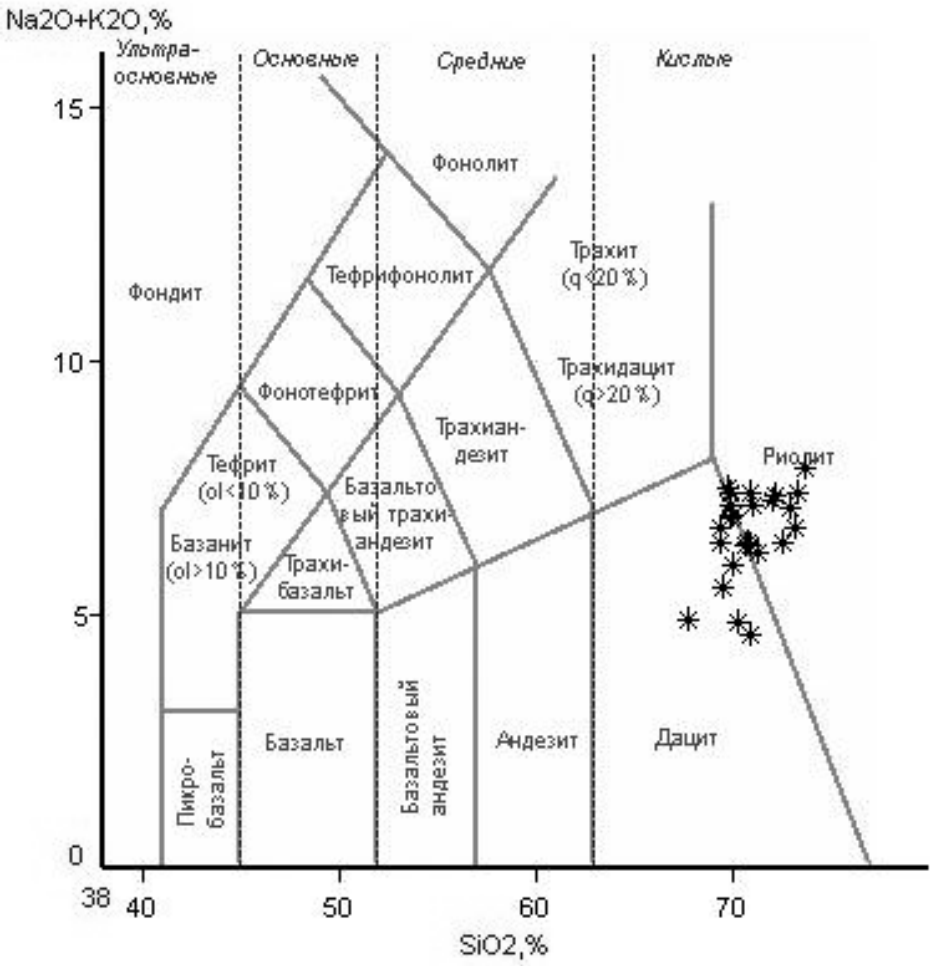

Рис. 3. **TAS диаграмма Le Bas цеолитизированных туфов продуктивной толщи Ягоднинского месторождения**

Цеолит содержащие породы месторождения характеризуются средним модулем (SiO_2/Al_2O_3) –8,8 отношение суммы Na_2O+K_2O к сумме CaO+MgO (среднее) –1 [5]. Эти данные позволяют отнести цеолитсодержащие породы к высококремнистым натрий-кальций-калиевым. Высокая влажность пород (за влажность в данном случае взяты потери при прокаливании) связана с их интенсивной цеолитизацией (табл.).

Химический состав цеолитизированных туфов продуктивной толщи

Sample	SiO_2%	TiO_2 %	Al_2O_3%	Fe_2O_3%	FeO%	MnO %	CaO %	MgO%	Na_2O%	K_2O%	P_2O_5%	nnn	Sum
Ягд-1-11	72,2	0,164	11	0,28	0,53	0,056	1,41	0,155	2,48	4,78	0,017	6,9	99,972
Ягд-2-11	73,8	0,322	12	1,84	0,49	0,063	1,48	0,225	1,82	6,05	0,023	1,78	99,893
Ягд-3-11	67,9	0,162	11,2	0,352	0,52	0,045	3,49	0,322	1,15	3,75	0,033	11,1	100,02
ЯГД-4-11	69,9	0,16	11	0,515	0,36	0,053	0,957	0,164	2,91	4,58	0,018	9,3	99,917
Ягд-5-11	71,4	0,163	10,7	0,461	0,34	0,036	1,61	0,204	2,79	3,42	0,017	8,77	99,911
ЯГД-7-11	69,7	0,158	10,8	0,591	0,17	0,041	2,57	0,325	0,645	4,89	0,018	10,1	100,01
ЯГД-9-11	65,1	0,212	16,2	1,01	0,22	0,162	2,66	0,906	1,03	3,13	0,016	9,06	99,706
Ягд-11-11	70,4	0,156	10,5	0,604	0,36	0,046	2,77	0,428	0,846	4,00	0,018	9,82	99,948
Ягд-12-11	71,1	0,154	10,5	0,561	0,18	0,042	2,95	0,511	0,841	3,75	0,018	9,4	100,01

Примечание: Аналитический центр ИВиС ДВО РАН. Оборудование спектрометр рентгенофлуоресцентный «S4 PIONEER». Аналитик Е.В. Карташева, Н.И. Чеброва.

Равномерным распределением в цеолитсодержащих породах характеризуются такие компоненты как оксиды кремния, алюминия, кальция, калия; неравномерным компоненты: оксиды железа, титана, магния, натрия.

Литература

1. *Брек Д.* Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир, 1976. 781 с.
2. *Набоко С.И.* Закономерности формирования цеолитовых пород в областях разгрузки гидротермальных систем // Природные цеолиты. М.: Наука, 1980. С. 38–53.
3. *Наседкин В.В., Наседкина В.Х.* Генетические и морфологические типы клиноптилолит-морденитовой минерализации вулканических областей // Природные цеолиты. М.: Наука, 1980. С. 122–134.
4. *Наседкин В.В., Соловьева Т.Н., Нистратова И.Е. и др.* Сравнительная характеристика минерального состава цеолитовых пород горы Ягодной и продуктов современного минералообразования долины р. Банной п-ова Камчатка // Современные гидротермы и минералообразование. М.: Наука, 1988. С. 70–85.
5. *Петров В.П.* Вулканическое стекло и цеолитообразование // Водные вулканические стекла и поствулканические минералы. М.: Наука, 1967. С. 7–25.
6. *Сережников А.И., Зимин В.М.* Геологическое строение Паратунского геотермального района, влияние отдельных геологических факторов на современную гидротермальную деятельность // Гидротермальные системы и термальные поля Камчатки. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 115–142.

НОВЕЙШИЙ ВУЛКАНИЗМ СЕВЕРА О. ПАРАМУШИР КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ РУДОНОСНОСТИ

Котенко Т.А., Котенко Л.В.

Институт Вулканологии и Сейсмологии, Петропавловск-Камчатский, E-mail: kotenko@sakhalin.ru

Вулкан Эбеко – единственный современный действующий вулкан северной части о. Парамушир (Курильские острова). Он является одним из наиболее активных действующих вулканов Северных Курильских островов и приурочен к островодужной геотектонической обстановке [9, 13]. Вулкан имеет сложное строение по типу «Сомма-Везувий»: три кратера – Южный, Средний и Северный с диаметрами 240–320 м и глубинами 40 –72 м последовательно вытянуты в субмеридианальном направлении (рис.).

Помимо них в привершинной части конуса расположены более 10 боковых кратеров. В Северный кратер вложен кратер 1967 г. – Активная Воронка [8]. Выходы восходящего потока гидротерм сосредоточены в кратерах и на склонах вулкана, главным образом, восточной ориентации: это парогазовые струи, кипящие котлы, участки рассеянного парения, поля гидротермальных изменений. Кроме того, в кратерах периодически появляются кислые термальные озера. Современная активность вулкана отнесена к II стадии вулканического развития [9], т.е. периоду ослабления вулканической деятельности, и характеризуется отрицательным балансом вещества, прекращением роста вулканической постройки, разрушением ее денудационными процессами. Однако наличие в недрах хребта Вернадского длительно-живущей гидротермально-магматической системы (ГМС), находящейся на прогрессивном этапе развития, создает необходимые условия для фреато-магматических, фреатических извержений благодаря процессу самоизоляции ГМС [1, 16]. Последние извержения из Активной воронки происходили в 2009, 2010 гг.; в 2011 г. наблюдалось извержение в Среднем кратере [5, 6], в 2012 – гидротермальные взрывы на Юго-Восточном фумарольном поле [4]. В последние сто лет в активности